

ВЛИЯНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ НА ПРОЦЕССЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

А.В. Паймулина, И.Ю. Потороко, И.В. Калинина

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Целью работы являлось изучение возможности использования полисахаридов бурых водорослей в качестве биостимуляторов активности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и оценка их влияния на технологические показатели хлебопекарных дрожжей. В качестве источника полисахаридов бурых водорослей использовали фукоидан и альгинат натрия в составе биологически активной добавки к пище «Фуколам-С-сырье». Для увеличения эффективности активации дрожжевых клеток дополнительно применяли модифицированную форму биологически активной добавки – микроструктурированную. Модификацию полисахаридов в составе добавки проводили с применением низкочастотного ультразвукового воздействия (мощность – 630 Вт/л, время экспозиции – 30 минут с использованием охлаждающей рубашки для поддержания температуры на уровне 50 °С). Результаты проведенных исследований показали, что в присутствии биостимуляторов – полисахаридов бурых водорослей, происходит активация метаболических процессов в дрожжевых клетках *Saccharomyces cerevisiae*. Наиболее выражено действие полисахаридов на стимуляцию физиологического состояния дрожжевых клеток при использовании модифицированной формы добавки. Наблюдается более интенсивное накопление запасных веществ: количество клеток с волютином достигает значений 96–97 %, с гликогеном – 70 %. Использование биостимуляторов полисахаридов бурых водорослей как в нативной форме, так и в микроструктурированных формах позволяет сократить длительность активации прессованных дрожжей на 1,5 часа по отношению к контролю. Использование модифицированной формы добавки приводит к увеличению подъемной силы дрожжей на 3,3 % в сравнении с контрольным образцом теста. Добавление биологически активной добавки «Фуколам-С-сырье» в нативном виде увеличивает прирост биомассы дрожжей на 23 %, а микроструктурированных полисахаридов – на 38 %.

Ключевые слова: полисахариды бурых водорослей, дрожжи хлебопекарные *Saccharomyces cerevisiae*, активация дрожжей.

Введение

В процессе хлебопечения важное значение отводится качеству используемых хлебопекарных дрожжей, прежде всего их физиологическому состоянию и биохимической активности, так как от этого зависит структура полуфабриката, объем и форма готовых хлебобулочных изделий. Хлебопекарные дрожжи относятся к семейству *Saccharomycetaceae*, род *Saccharomyces*, вид *Saccharomyces cerevisiae*, являются биологическими разрыхлителями [1, 4].

Технологическая роль хлебопекарных дрожжей в пшеничном тесте заключается в выделении ими углекислого газа, разрыхляющего тесто и придающего ему пористую структуру, а также этилового спирта, придающего специфический аромат и вкус готовым изделиям (процесс спиртового брожения). Вместе с тем дрожжи не всегда способны сохранять высокую активность и наполнять пищевую систему продуктами метабо-

лизма [7, 14]. Многочисленные исследования последних лет показывают целесообразность, а в некоторых случаях необходимость стимуляции метаболизма дрожжевых клеток с применением различных подходов.

В настоящее время на кафедре «Пищевые и биотехнологии» ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» изучается возможность использования в качестве стимулирующих добавок полисахаридов бурых морских водорослей – фукоидана и альгината натрия [5, 8, 10]. В многочисленных работах доказана биологическая активность сульфатированного гетерополисахарида бурых водорослей – фукоидана, содержащего редкий моносахарид α -L-фукозу, а также растворимых пищевых волокон – солей альгиновых кислот, которые являются энтеросорбентами радионуклидов, солей тяжелых металлов и жирных кислот [11–13, 15].

Целью настоящего исследования являлось изучение возможности использования полисахаридов бурых водорослей в качестве

биостимуляторов активности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и оценка их влияния на технологические показатели хлебопекарных дрожжей.

Объекты и методы исследования

В качестве источника полисахаридов бурых водорослей использовали биологически активную добавку (БАД) к пище «Фуколам-С-сырье» (рег. № RU.77.99.11.003.Е.003.153.11.10). Сырьем для получения БАД являются полисахариды бурых водорослей: фукоидан – не менее 60 % и альгинат натрия – 40 % [6]. Для увеличения эффективности применения полисахаридов был применен **метод микроструктурирования** низкочастотным ультразвуковым воздействием (далее по тексту НУЗВ), позволяющий обеспечить перевод частиц длинноцепочечных полисахаридов нананоразмерный уровень. Процесс микроструктурирования осуществляли с применением ультразвукового генератора «ВОЛНА», модель УЗТА-0,63/22-ОМ (ООО «Центр ультразвуковых технологий АлтГТУ» г. Бийск, 2017), предна-

значенного для интенсификации физико-химических процессов в системах с жидкой дисперсионной средой. Для микроструктурирования использовали воздействие ультразвука мощностью 630 Вт/л, время экспозиции составляло 30 мин для поддержания температуры на уровне 50 °С использовалась охлаждающая рубашка.

В качестве биостимуляторов использовали:

- 1 %-ный водный раствор БАД «Фуколам-С-сырье» в нативном виде;
- 1 %-ный водный раствор микроструктурированного БАД – ПБВ_{микр} «Фуколам-С-сырье».

В качестве биоматериала для получения дрожжевых суспензий использовали дрожжи хлебопекарные прессованные «Люкс экстра» (ООО «САФ-НЕВА», г. Воронеж). Качество дрожжей соответствовало требованиям ГОСТ Р 54731-2011 «Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия» (табл. 1).

Активацию дрожжей проводили следующим способом: готовили питательную среду из

Таблица 1

Результаты оценки качества образцов дрожжей хлебопекарных прессованных

Наименование показателя	Характеристика, значение показателя	
	фактические значения	норма согласно ГОСТ Р 54731-2011
Органолептические показатели		
Внешний вид	Плотная масса, легко ломается, не мажется	Плотная масса, легко ломается и не мажется
Цвет	Кремовый, равномерный, без пятен	Равномерный, без пятен, светлый, допускается сероватый, кремоватый или желтоватый оттенок
Вкус	Свойственный дрожжам, без постороннего привкуса	Пресный, свойственный дрожжам, без постороннего привкуса
Запах	Свойственный дрожжам, без постороннего запаха	Свойственный дрожжам
Физико-химические показатели		
Массовая доля сухого вещества, %	29	Не менее 27
Подъемная сила дрожжей, мин	13	Не более 50
Кислотность дрожжей на 30-е сутки хранения при температуре от 0 до 4 °С в пересчете на уксусную кислоту, мг на 100 г дрожжей	302	Не более 320

биостимуляторов, затем дрожжевую культуру выдерживали в питательной среде с гидромодулем 1:10 при температуре 30 °С в течение 15 минут.

Для исследования было определено 3 образца:

Образец 1 (контроль) – активированная дрожжевая суспензия без биостимуляторов;

Образец 2 – активированная дрожжевая суспензия с биостимулятором – 1 %-ным водным раствором БАД «Фуколам-С-сырье» в нативной форме;

Образец 3 – активированная дрожжевая суспензия с биостимулятором – 1 %-ным водным раствором микроструктурированного БАД – ПБВ_{микро} «Фуколам-С-сырье».

Физиологическую активность дрожжевых клеток определяли по содержанию в них резервного полисахарида – гликогена, а также волютина методом светлопольной микроскопии и окрашивания дрожжей.

Для исследования влияния биостимуляторов ПБВ на бродильную способность дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae* оценивали их подъемную силу по скорости всплывания шарика теста (ускоренный метод) в соответствии с требованиями ГОСТ Р 54731–2011 «Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия». Для **контрольного образца** готовили шарик теста на водно-мучной смеси. **Опытные образцы** готовили на растворах биостимуляторов ПБВ «Фуколам-С-сырье» и ПБВ_{микро} «Фуколам-С-сырье», которые добавляли в количестве 50 мл на 100 г муки.

Для оценки бродильной активности дрожжевых суспензий использовалась модификация метода определения интенсивности выделения диоксида водорода манометрическим способом на аппарате Варбурга для газообмена. В основе модификации аппарата Варбурга лежит тот же метод технологической оценки активности дрожжей по интенсивности выделения CO₂, в котором учитывалось не время, затраченное на образование 10 мл диоксида углерода, а количество углекислоты, выделенное изучаемыми дрожжами за 1 ч.

Для оценки жизненной силы дрожжей использовали модификацию весового метода определения прироста биомассы дрожжей в аэробных условиях по истечении 1 часа в условиях термостатирования при 30 °С с последующим центрифугированием дрожжевой суспензии.

Результаты и их обсуждение

Клетки дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae* в основном имеют овальную, округлую, яйцевидную или слегка удлинённую форму и в зависимости от возраста цитологические особенности дрожжевой клетки изменяются. Установлено, что молодые клетки дрожжей, характерные для 12–18-часовой культуры при микроскопировании имеют тонкую прозрачную оболочку, без видимых включений, цитоплазму и небольшую вакуоль. Молодые дрожжи интенсивно размножаются, при этом доля почкующихся клеток может достигать 70–80 % [2, 3].

Зрелые дрожжевые клетки, которые визуализируются в 24–48-часовой культуре, имеют зернистую неоднородную цитоплазму. Количество клеток с вакуолями значительно увеличивается, но с течением времени процесс размножения дрожжей замедляется, а процент почкующихся клеток составляет в среднем 10–15 [9].


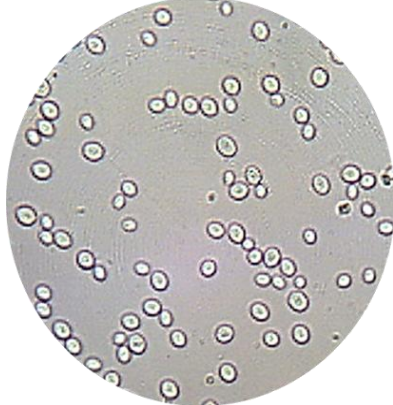
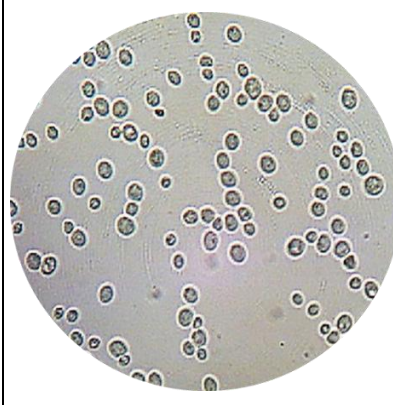
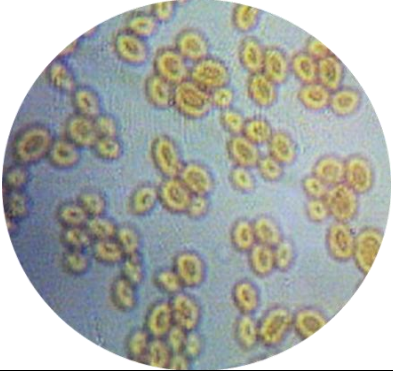
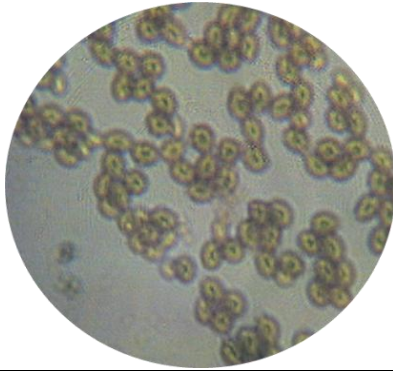

Исследование активности дрожжевых клеток в присутствии биостимуляторов ПБВ проводили микроскопически (табл. 2), для этих целей готовили окрашенные препараты активированных дрожжевых суспензий.

В поле зрения наблюдаются дрожжевые клетки овальной, округлой, удлинённой формы разных размеров, для образцов в присутствии биостимуляторов отмечается увеличение числа дрожжевых клеток и активизация физиологических процессов.

Физиологическую активность дрожжевых клеток определяли по содержанию в них резервных веществ – гликогена и волютина, характерных для зрелых культур. Полученные данные явно указывают на то, что внесение биостимуляторов ПБВ благоприятствует течению физиологических процессов. В поле зрения наблюдаются почкующиеся клетки. Причем при культивировании дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae* в присутствии ПБВ_{микро} «Фуколам-С-сырье» наблюдается более интенсивное накопление запасных веществ – гликогена и волютина (около 96–97 %). При культивировании дрожжей на питательных средах, в составе которых присутствуют полисахариды бурых водорослей в микроструктурированном виде, количество клеток с гликогеном значительно увеличивается (около 70 %), что свидетельствует об активном развитии и зрелости дрожжей.

Таблица 2

Результаты оценки физиологического состояния дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*
в исследуемых образцах суспензий

Образец 1 (контроль)	Образец 2 (в присутствии ПБВ «Фуколам-С-сырье»)	Образец 3 (в присутствии ПБВ _{микр} «Фуколам-С-сырье»)
Определение включений гликогена в клетках дрожжей (окрашивание раствором Люголя)		
		
Определение включений зерен воллютина (окрашивание по методу Нейссера)		
		
Количество дрожжевых клеток с зернами воллютина, %		
Не установлены	11–12 %	96–97 %

Наиболее активно используемой в пищевой промышленности способностью дрожжей является их способность к брожению. Для процессов хлебопечения наиболее важным технологическим показателем активности дрожжей является их подъемная сила.

Подъемную силу активированных дрожжей определяли через каждые 30 минут после замеса теста, результаты исследования представлены на рис. 1.

Анализ результатов показал, что внесение биостимуляторов ПБВ как в нативной форме (ПБВ «Фуколам-С-сырье»), так и в микроструктурированной (ПБВ_{микр} «Фуколам-С-сырье») позволяет сократить длительность активации прессованных дрожжей на 1,5 часа по

отношению к контролю (длительность активации составляет 3 часа). При этом использование ПБВ_{микр} «Фуколам-С-сырье» увеличивает подъемную силу дрожжей на 3,3 % в сравнении с контрольным образцом теста, на 1,9 % в сравнении с образцом теста, содержащего нативную форму биостимулятора.

Другими важными показателями, характеризующими биотехнологические свойства дрожжей хлебопекарных, являются: показатель бродильной активности и прироста сырой биомассы (рис. 2).

Полученные результаты (рис. 2а) доказывают, что исследуемые образцы дрожжевых суспензий в средах, имеющих разный состав, проявляют по накоплению диоксида углерода

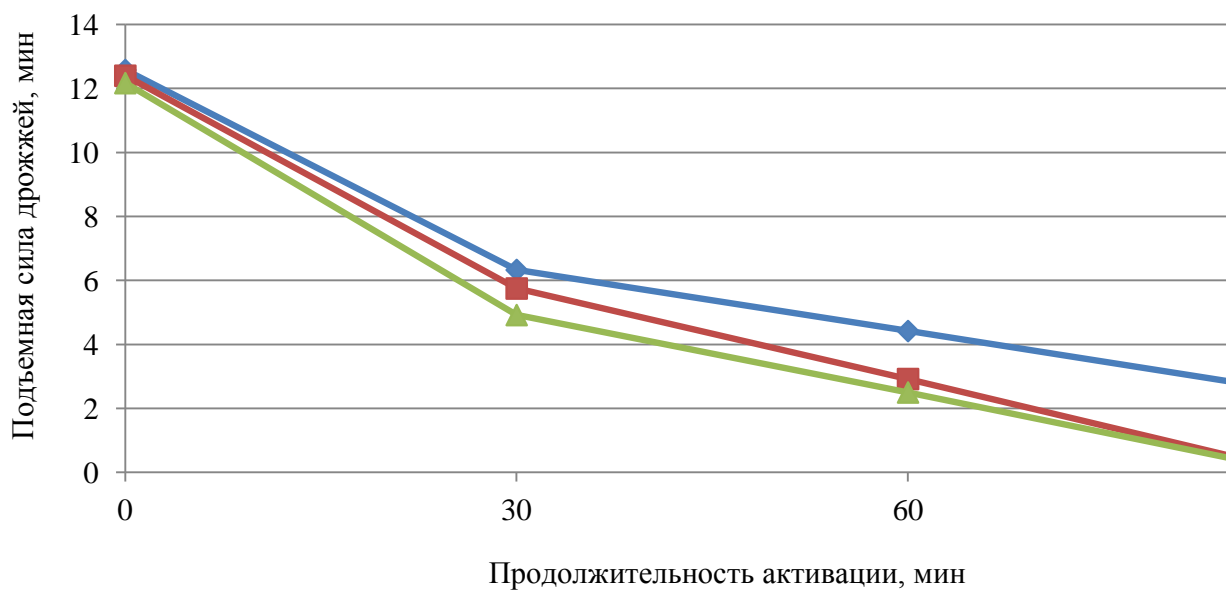
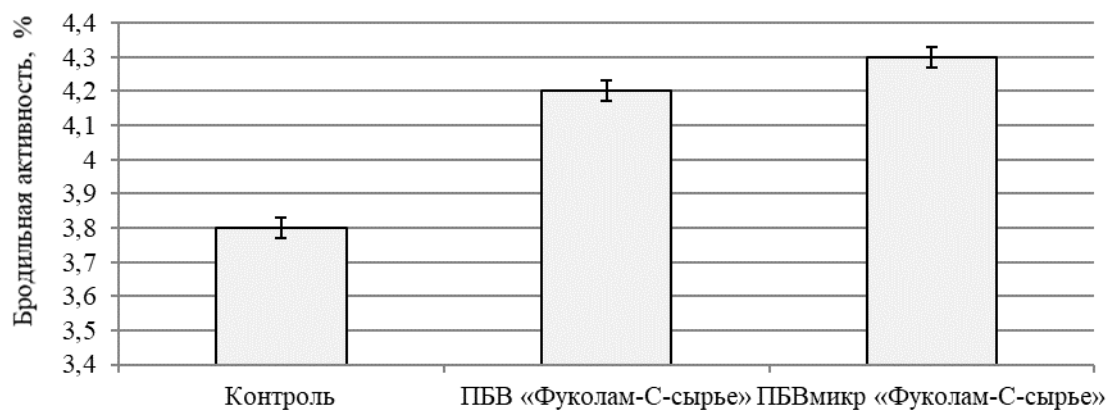
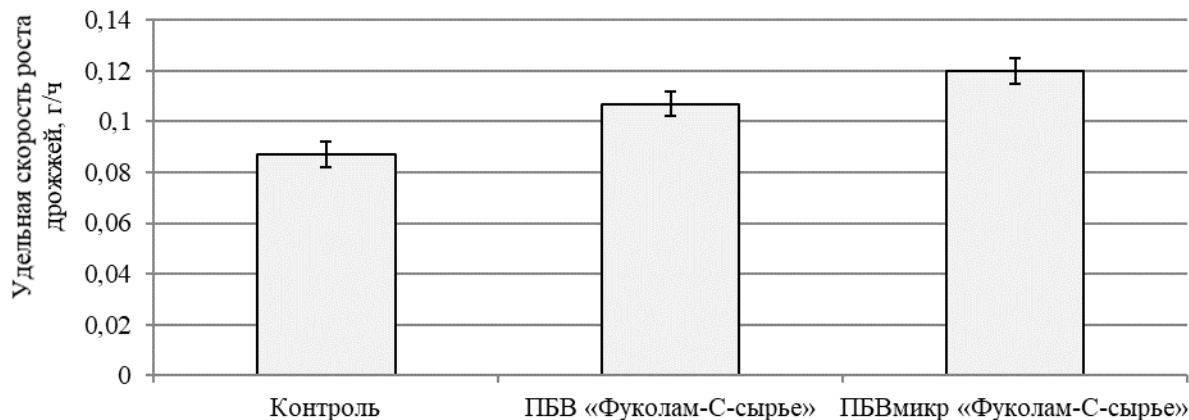


Рис. 1. Динамика изменения подъемной силы дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae* при внесении биостимуляторов ПБВ, мин



а) бродильная активность исследуемых образцов дрожжей, %



б) прирост биомассы исследуемых образцов дрожжей, г/ч

Рис. 2. Результаты оценки биотехнологических характеристик хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* при регидратации их в среде разного состава

разный уровень бродильной активности. При регидратации дрожжей в присутствии ПБВ «Фуколам-С-сырье» бродильная активность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* составила 4,2 %, в растворе ПБВ_{микро} «Фуколам-С-сырье» – 4,3 %, тогда как в дистиллированной воде – 3,8 %.

Определение прироста биомассы дрожжей (рис. 2б) показало корреляцию с бродильной активностью. Так, добавление нативного ПБВ «Фуколам-С-сырье» увеличивает прирост биомассы дрожжей на 23 %, а микроструктурированного ПБВ_{микро} «Фуколам-С-сырье» – на 38 %.

Полученные результаты в целом согласуются с данными оценки физиологического состояния дрожжевых клеток вида *Saccharomyces cerevisiae* и показателя подъемной силы.

Заключение

Результаты проведенных исследований показали, что в присутствии биостимуляторов – полисахаридов бурых водорослей, происходит активация метаболических процессов в дрожжевых клетках *Saccharomyces cerevisiae*. Наиболее выражено действие полисахаридов на стимуляцию физиологического состояния дрожжевых клеток при использовании модифицированной формы добавки – ПБВ_{микро} «Фуколам-С-сырье». Наблюдается более интенсивное накопление запасных веществ, сокращается длительность активации прессованных дрожжей, увеличивается их подъемная сила и прирост биомассы. В совокупности полученные результаты указывают на целесообразность применения микроструктурированных форм полисахаридов бурых водорослей в технологических процессах хлебопечения для активации дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

Литература

1. Берри, Д. Биология дрожжей: пер. с англ. / Д. Берри. – М.: Мир, 1985. – 96 с.
2. Меледина, Т.В. Научное обоснование и разработка высокоэффективных технологий дрожжей *Saccharomices cerevisiae*: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Т.В. Меледина. – СПб., 2002. – 43 с.
3. Мингалеева, З.Ш. Исследование влияния янтарной кислоты на качество хлебопекарных дрожжей / З.Ш. Мингалеева, О.В. Старовойтова, С.В. Борисова и др. // Хлебопродукты. – 2007. – № 10. – С. 60–61.
4. Островский, А.И. Жидкие хлебные закваски и жидкие дрожжи / А.И. Островский. – М.: Пищепромиздат, 1943. – 89 с.
5. Паймулина, А.В. Влияние ультразвуковой кавитации на процесс микронизации фукоидана, используемого в технологии йогуртов и хлеба / А.В. Паймулина, Д.Г. Ускова, И.Ю. Потороко // Современная наука и инновации. – 2019. – № 2 (26). – С. 139–148.
6. Пат. 2315487 Российская Федерация, МПК А23L 1/30, А23L 1/337, А23L 2/38, А23L 2/52, А61К 8/73. Биологически активный продукт из бурой водоросли, биологически активная добавка к пище, безалкогольный напиток, парфюмерно-косметическое средство / Н.М. Шевченко, Т.И. Имбс, Т.Н. Звягинцева, М.И. Кусайкин, Т.А. Кузнецова, Т.С. Запорожец, Н.Н. Беседнова, Ю.М. Гафуров, В.А. Рассказов, В.Н. Таран. – № 2006115454/13; заявл. 04.05.2006; опубл. 27.01.2008, Бюл. № 3.
7. Пащенко, М.П. Повышение биотехнологической активности хлебопекарных дрожжей / М.П. Пащенко, И.А. Никитин // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2005. – № 6. – С. 11.
8. Потороко, И.Ю. Использование ультразвуковой микронизации растительного ингредиента фукоидана для применения в технологиях пищевых производств / И.Ю. Потороко, Д.Г. Ускова, А.В. Паймулина, У. Багале // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2019. – Т. 7, № 1. – С. 58–70. DOI: 10.14529/food190107.
9. Старовойтова, О.В. Влияние антиоксидантов на биотехнологические показатели дрожжей *Saccharomices cerevisiae* в технологии хлеба и мучного кондитерского изделия: дис. ... канд. тех. наук / О.В. Старовойтова. – Казан. гос. технол. ун-т, 2008. – 279 с.
10. Ускова, Д.Г. Формирование и оценка качества йогуртов с использованием фукоидана и ультразвуковой микронизации: дис. ... канд. тех. наук / Д.Г. Ускова. – УрГЭУ, 2019. – 185 с.
11. Lahrsen, E. Degradation of eight sulfated polysaccharides extracted from red and brown algae and its impact on structure and pharmacological activities / E. Lahrsen, A.-K. Schoenfeld, S. Alban // ACS Biomaterials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 5 (3). – P. 1200-1214.
12. Morya, V.K. Algal fucoidan: Structural and size-dependent bioactivities and their perspectives / V.K. Morya, J. Kim, E.K. Kim // Appl.

Microbiol. Biotechnol. – 2012. – Vol. 93. – № 1. – P. 71–82.

13. Rowley, J.A. *Alginate hydrogels as synthetic extracellular matrix materials* / J.A. Rowley, G. Madlambayan, D.J. Mooney // *Biomaterials.* – 1999. – Vol. 20. – P. 45–53.

14. Wang Y. *Influences of osmolytes on cellular proliferation, morphology and viability of S.cerevisiae* / Y. Wang, S. Yao, T. Wu //

HuangongXuebao. – 1. Chen *Ind. and Eng. China.* – 2004. – C. 1150–1154.

15. Zvyagintseva, T.N. *Water-soluble polysaccharides of some brown algae of the Russian Far-East. Structure and biological action of low-molecular mass polyuronans* / T.N. Zvyagintseva, N.M. Shevchenko, E.L. Nazarenko, V.I. Gorbach, A.M. Urvantseva, M.I. Kiseleva, V.V. Isakov // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* – 2005. – Vol. 320. – P. 123–131.

Паймулина Анастасия Валерияновна, магистрант кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), aaaminaaa@mail.ru

Потороко Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), irina_potoroko@mail.ru

Калинина Ирина Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), kalininaiv@susu.ru.

Поступила в редакцию 10 июня 2020 г.

DOI: 10.14529/food200311

INFLUENCE OF BROWN ALGAE POLYSACCHARIDES ON THE LIFE PROCESSES OF YEAST *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

A.V. Paymulina, I.Yu. Potoroko, I.V. Kalinina

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The aim of the work was to study the possibility of using brown algae polysaccharides as biostimulators of the activity of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* and to assess their effect on the technological parameters of baker's yeast. Fucoïdan and sodium alginate were used as a source of brown algae polysaccharides as part of a biologically active food supplement «Fucolam-S-raw». To increase the efficiency of activation of yeast cells, we additionally used a modified form of a biologically active additive – microstructured. The modification of polysaccharides in the additive was carried out using low-frequency ultrasonic exposure (power – 630 W/L, exposure time – 30 minutes using a cooling jacket to maintain the temperature at 50 °C). The results of the research showed that in the presence of biostimulants – polysaccharides of brown algae, metabolic processes are activated in the yeast cells of *Saccharomyces cerevisiae*. The most pronounced effect of polysaccharides on the stimulation of the physiological state of yeast cells when using a modified form of the additive. A more intensive accumulation of reserve substances is observed: the number of cells with volutin reaches 96–97 %, with glycogen – 70 %. The use of biostimulants of polysaccharides of brown algae both in native form and in microstructured forms can reduce the duration of activation of pressed yeast by 1.5 hours in relation to the control. The use of the modified form of the additive leads to an increase in the lifting force of the yeast by 3.3 % in comparison with the control sample of the dough. The addition of a biologically active additive «Fucolam-S-raw» in its native form increases the growth of yeast biomass by 23 %, and microstructured polysaccharides – by 38 %.

Keywords: brown algae polysaccharides, baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae*, yeast activation.

References

1. Berry D. *Biologija drozhzhej* [Biology of Yeast]. Moscow, World Publ., 1985. 96 p.
2. Meledina T.V. *Nauchnoe obosnovanie i razrabotka vysokojeffektivnyh tehnologij drozhzhej Saccharomices cerevisiae* [Scientific substantiation and development of highly efficient technologies for the yeast *Saccharomyces cerevisiae*]. St. Petersburg, 2002. 43 p.
3. Mingaleeva S.Sh., Starovojtova O.V., Borisova S.V., Reshetnik O.A., Tashtabanova R.S. Study of the effect of succinic acid on the quality of baker's yeast [Issledovanie vlijanija jantarnoj kisloty na kachestvo hlebopekarnyh drozhzhej]. *Hleboprodukty* [Bread products], 2007, no. 10, pp. 60–61.
4. Ostrovskij A.I. *Zhidkie hlebnye zakvaski i zhidkie drozhzhi* [Liquid bread starters and liquid yeast]. Moscow, Pishheprom. Publ., 1943. 89 p.
5. Paymulina A.V., Uskova D.G., Potoroko I.Yu. Influence of ultrasonic cavitation on the micronization of fucoidan used in yoghurt and bread technology [Vlijanie ul'trazvukovoj kavitacii na process mikronizacii fukoidana, ispol'zuemogo v tehnologii jogurtov i hleba]. *Sovremennaja nauka i innovacii* [Modern science and innovation], 2019, no. 2 (26), pp. 139–148.
6. *Biologicheski aktivnyj produkt iz buroj vodorosli, biologicheski aktivnaja dobavka k pishhe, bezalkogol'nyj napitok, parfjumerno-kosmeticheskoe sredstvo* [Biologically active product from brown algae, biologically active food additive, soft drink, perfume and cosmetic product]. Available at: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2315487&TypeFile=html (accessed 1 June 2020).
7. Pashhenko M.P., Nikitin I.A. Increasing the biotechnological activity of baker's yeast [Povyshenie biotekhnologicheskoy aktivnosti hlebopekarnyh drozhzhej]. *Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionery and bakery production], 2005, no. 6, pp. 11.
8. Potoroko I.Yu., Uskova D.G., Paymulina A.V., Uday Bagale. Ultrasound micronization of fucoidan vegetable ingredient for the use in food production technology [The use of ultrasonic micronization of the herbal ingredient fucoidan for use in food production technologies]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 58–70. DOI: 10.14529/food190107.
9. Starovojtova O.V. *Vlijanie antioksidantov na biotekhnologicheskie pokazateli drozhzhej Saccharomyces cerevisiae v tehnologii hleba i muchnogo konditerskogo izdelija* [The influence of antioxidants on the biotechnological parameters of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* in the technology of bread and flour confectionery]. Kazan', 2008, 279 p.
10. Uskova D.G. *Formirovanie i ocenka kachestva jogurtov s ispol'zovaniem fukoidana i ul'trazvukovoj mikronizacii* [Formation and quality assessment of yoghurts using fucoidan and ultrasonic micronization]. Ekaterinburg, 2019, 185 p.
11. Lahrsen E., Schoenfeld A.-K., Alban S. Degradation of eight sulfated polysaccharides extracted from red and brown algae and its impact on structure and pharmacological activities. *ACS Biomaterials Science and Engineering*, 2019, vol. 5 (3), pp. 1200–1214.
12. Morya V.K., Kim J., Kim E.K. Algal fucoidan: Structural and size-dependent bioactivities and their perspectives. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2012, vol. 93, no. 1, pp. 71–82.
13. Rowley J.A., Madlambayan G., Mooney D.J. Alginate hydrogels as synthetic extracellular matrix materials. *Biomaterials*, 1999, vol. 20, pp. 45–53.
14. Wang Y., Yao S., Wu T. Influences of osmolytes on cellular proliferation, morphology and viability of *S. cerevisiae*. *Huangong Xuebao, 1. Chen Ind. and Eng. China*, 2004, pp. 1150–1154.
15. Zvyagintseva T.N., Shevchenko N.M., Nazarenko E.L., Gorbach V.I., Urvantseva A.M., Kiseleva M.I., Isakov V.V. Water-soluble polysaccharides of some brown algae of the Russian Far-East. Structure and biological action of low-molecular mass polyuronans. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2005, vol. 320, pp. 123–131.

Anastasia V. Paymulina, Master's Degree Student of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University (Chelyabinsk), aaaminaaa@mail.ru

Irina Yu. Potoroko, Doctor of Sciences (Engineering), Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, irina_potoroko@mail.ru

Irina Yu. Kalinina, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, kalininaiv@susu.ru

Received June 10, 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Паймулина, А.В. Влияние полисахаридов бурых водорослей на процессы жизнедеятельности дрожжей *Saccharomyces Cerevisiae* / А.В. Паймулина, И.Ю. Потороко, И.В. Калинина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2020. – Т. 8, № 3. – С. 90–98. DOI: 10.14529/food200311

FOR CITATION

Paymulina A.V., Potoroko I.Yu., Kalinina I.V. Influence of Brown Algae Polysaccharides on the Life Processes of Yeast *Saccharomyces Cerevisiae*. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2020, vol. 8, no. 3, pp. 90–98. (in Russ.) DOI: 10.14529/food200311
